

Quick Search

Advanced Search

Number Search

Last Results list

My patents list

Classification Search

Get assistance

Quick Help

Why are some tabs deactivated for certain documents?

Why does a list of documents with the heading "Also published as" sometimes appear, and what are these documents?

What does A1, A2, A3 and B stand for after an EP publication number in the "Also published as" list?

What is a cited document?

Why do I sometimes find the abstract of a corresponding document?

Why isn't the abstract available for KP documents?

What is a mosaic?

Electromagnetic positioning device e.g. for driving combustion engine valve, has electrically controlled clamping device provided for armature as restraining system

Publication number: DE10203262
Publication date: 2003-07-31
Inventor: LEIBERHEINZ(DE)
Applicant: LEIBERHEINZ(DE)
Classification:
- international: F01L9/04; H01F7/16; F01L9/04; H01F7/08 (IPC1-7); H01F7/14; F01L9/04; H01F7/08
- european: F01L9/04
Application number: DE20021003262; 20020129
Priority number(s): DE20021003262; 20020129
View INPADOC patent family

Report a data error here

Abstract of DE10203262

An electromagnetic positioning or control device has at least one electro-magnet (1,2) and a movably mounted armature (3) which is held in an intermediate position by two opposed spring-forces (5,12). An electrically controlled clamping device (8) is used for the armature or the valve as a restraining system and the clamping device (8) is actuated at an armature- or valve-speed of zero or near to zero, in the clamping sense. An independent claim is given for a clamping element.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 03 262 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 F 7/124
F 01 L 9/04
H 01 F 7/08

⑦① Aktenzeichen: 102 03 262.9
⑦② Anmeldetag: 29. 1. 2002
⑦③ Offenlegungstag: 31. 7. 2003

DE 102 03 262 A 1

⑦① Anmelder:
Leiber, Heinz, 68766 Hockenheim, DE

⑦④ Vertreter:
LENZING GERBER Patentanwälte, 40470
Düsseldorf

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	196 25 657 A1
DE	30 31 354 A1
DE	23 54 827 A1
DE	18 44 699 U
US	28 87 623
WO	98 42 955 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

- ⑤④ Elektromagnetische Stelleinrichtung
⑤⑦ Es wird eine elektromagnetische Stelleinrichtung zum
Antreiben eines Ventils eines Verbrennungsmotors be-
schrieben. Dieses hat als Festhaltesystem in wenigstens
einer seiner Endstellungen eine elektrisch ansteuerbare
Klemmvorrichtung für das Ventil. Diese wird bei einer
Ventilgeschwindigkeit 0 oder nahe 0 im Sinne des Fest-
haltens betätigt.

DE 102 03 262 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Stelleinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine derartige Stelleinrichtung ist z. B. aus der WO 98/42955 bekannt. Dort ist das Festhaltesystem ein Rastsystem, bei dem der Anker der Stelleinrichtung bzw. das Ventil bei Erreichen einer vorgegebenen Stellung durch eine dort wirksam werdenden Rastung festgehalten wird.

[0003] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe besteht darin, das Rastsystem durch ein Festhaltesystem zu ersetzen, das die gleichen Vorteile wie das Rastsystem aufweist, das jedoch nicht darauf angewiesen ist, dass der Anker oder das Ventil eine bestimmte Stellung, die Raststellung erreicht, was durch allerlei Umstände erschwert werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Festhaltesysteme die den Anker eines Elektromagneten in einer Endstellung festklemmen und zwar mittels eines die Klemmung bewirkenden Piezoelements sind aus der OS 30 31 354 A1 bekannt. Die Erfindung setzt ein solches Klemmsystem bei einer elektromagnetischen Stelleinrichtung in besonderer Weise ein.

[0006] Die folgenden Überlegungen sollen dem Verständnis der Funktion eines elektromagnetischen Stellantriebs dienen. Es sind verschiedene Stellantriebe bekannt, die grundsätzlich aus zwei Federn und einem beweglichen Anker bestehen, der das Ventil betätigt, sogenannte Resonanzschwinger. Dabei kann der Anker das Ventil direkt betätigen oder der Anker ist in einem Drehhebel integriert. In beiden Fällen wirken auf den Anker zwei Zugmagnete für die Ventilöffnung, bzw. die Ventilschließung. Die Magnete haben auch die Aufgabe eine Haltekraft in den Endstellungen zu entwickeln, die größer als die Federkräfte ist. Hinzu kommt, dass beim Schließen die Haltekraft durch die Vorspannung der Ventilsfeder erheblich größer sind. Diese werden vorwiegend bestimmt durch den Differenzdruck am Ventil, der insbesondere bei aufgeladenen Motoren beträchtlich ist. Auch wirkt die Dynamik der Federmassen mit entsprechenden Kräften. Außerdem muss die Kraft eines hydraulischen Ventilspielausgleichs in der Federvorspannung berücksichtigt sein. Diese Vorspannung kann die Haltekraft bis zu 40% erhöhen. Dieser Anteil ist umso höher je geringer die bewegliche Masse des Systems ist. Bei dem System mit zwei Zugmagneten müssen beide Endstellungen über Softtouch feineregelt werden, da neben dem eigentlichen Ventilschließen auch das Ankeraufsetzen Geräusch verursacht, wobei beim Ventilschließen die Aufgabe erschwert wird, weil die Position für das Ventilschließen sich durch thermische Ausdehnung und Ventilverschleiß laufend ändert. Daher muss der Softtouch eine kleine Auftreffgeschwindigkeit sowohl für das Ventil selbst, als auch für den Anker auf das Joch sicherstellen. Diese sogenannte weiche Annäherung kostet zusätzlich elektrische Energie.

[0007] Ziel der Erfindung und ihrer Weiterbildungen ist es auch, die Federvorspannung so gering wie möglich zu gestalten, um die Baugröße des Magneten und die zusammenhängende Anker- und Federmasse zu reduzieren, welche auch direkt in die Kosten eingeht. Auch soll die Konstruktion des Aktuators vereinfacht werden.

[0008] Ein elektrischer Ventilspielausgleich soll ermöglicht werden, welcher keinen zusätzlichen Zeitverlust für die Ventilöffnungs- und Schließzeit bedeutet. Weiterhin sollen die Gaskräfte zum Hubbeginn durch ein Magnetsystem ausgeglichen werden, um kürzere Öffnungszeiten zu erreichen.

[0009] Wie vorn erwähnt, wird erfindungsgemäß von der

Kombination zumindest eines als Zugmagneten ausgebildeten Elektromagneten und einer sehr schnell schaltenden Klemmvorrichtung ausgegangen, welche auf den Anker oder den Ventilschaft wirkt und die bei Geschwindigkeiten gegen 0 eingreift.

[0010] Mit der Erfindung kann man eine Stelleinrichtung konzipieren, bei der nur der Schließstellung des Ventils ein Elektromagnet und zwar ein Zugmagnet zugeordnet ist und bei der die Klemmvorrichtung vorzugsweise in der Offenstellung des Ventils wirksam ist. Diese Anwendung ist insbesondere für ein Einlassventil von Interesse.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird bei einer Ausbildung des Stellantriebs mit einem den Anker beinhaltenden Drehhebel zusätzlich ein Drehmagnet vorgesehen, der die Drehbewegung des Hubs beeinflusst. Vorzugsweise wird der Drehmagnet bei Öffnen des Ventils und zwar vorzugsweise eines Auslassventils wirksam gemacht. Unter Drehmagnet soll auch eine Magnetanordnung verstanden werden, bei der die Pole gestuft ausgebildet sind, wie sie z. B. in Fig. 4 der DE 197 14 413 A1 bekannt sind.

[0012] Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert:

[0013] Es zeigen:

[0014] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel mit nur einem Zugmagneten,

[0015] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel mit einem Zugmagneten und einem Drehmagneten,

[0016] Fig. 3 ein Diagramm der Abläufe der Stelleinrichtungen der Fig. 1 und 2,

[0017] Fig. 4 eine Schnittdarstellung einer Klemmvorrichtung.

[0018] Fig. 1 beschreibt eine elektromagnetische Stelleinrichtung die einen in einem Hebel 6 integrierten Anker 3 aufweist. Es kann aber auch ein System mit Anker sein, der direkt das Ventil betätigt. Bei der gezeigten Ausführung sind zwei Stelleinrichtungen in der bekannten Twin Anordnung (hintereinander liegend) gezeigt. Hier bilden ein Joch 1 mit einer Wicklung 2 und einem Anker 3 den Grundaufbau eines Zugmagneten.

[0019] Der Anker 3 ist mit einem Ankerrohr 4 verbunden, in dessen Bohrung ein als Feder wirkender Drehstab 5 angeordnet ist. In einer Verlängerung 6 des Ankers ist eine Rolle 7 angeordnet, die die Ankerbewegung direkt auf den Ventilschaft 8 überträgt. Unterhalb dieser Ventilbetätigung ist ein Klemmelement 9 angeordnet, welches den Ventilschaft umfasst und zwischen zwei Platten 10 und 10a gelagert ist. Links sind die elektrischen Anschlüsse des vorzugsweise mit einem Piezoaktuator aufgebauten Klemmelements zu sehen. Die Platten 10 und 10a sind an Lagerplatten 11 befestigt. Damit ist eine komplette Baueinheit für zwei Aktuatoren gegeben.

[0020] Der Ventilschaft 8 ist unten mit einem Ventilteller 12 versehen, welcher die Kraft der Ventilsfeder 12 auf das Ventil und die Stelleinrichtung überträgt.

[0021] In Funktion wird der Hebel 6 aus der Mittelstellung in die gezeigte Schließposition des Ventils bewegt und dort wird der Ventilschaft 8 geklemmt. Der dynamische Ablauf wird anhand der Fig. 3 beschrieben. Zur Ventilöffnung wird die Klemmung in Freilauf umgeschaltet. Die beweglichen Massen bewegen sich auf Grund der Federkraft des Drehstabs 5 in die andere Hubendlage. Bei Geschwindigkeiten gegen 0 wird die Klemmung wieder wirksam. Ausschlaggebend ist die schnelle Schaltzeit von $< 0,1$ ms, bei der bei einer Geschwindigkeit im 0-Durchgang sich anschließend noch ein Ventilweg von weniger $1 \mu\text{m}$ ergibt. Daher ist die Reibleistung und damit der Verschleiß minimal. Soll das Ventil wieder geschlossen werden, so wird wieder die Klemmung geöffnet und nachdem Ventilschließen wie-

der geschlossen. Durch die Klemmung des Ventilschaftes 8 werden alle äußeren Kräfte wie der Differenzdruck am Ventil, die dynamischen Kräfte der Ventilsfeder oder auch ein nicht eingezeichneter hydraulischer Ventilspielausgleich durch die Klemmkraft abgefangen. Durch die Klemmung in der Offenstellung entfällt der üblicherweise vorgesehene zweite Zugmagnet. Damit entsteht auch kein Geräusch durch den Anker, so dass hier die Softtouchregelung entfällt.

[0022] Nicht gezeichnet ist ein Positionsgeber. Es wird davon ausgegangen, dass die Auswertung der Magnetdaten gemäß der deutschen Patentanmeldung 100 33 923.9 eine hinreichend gute Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung ermöglichen. Ohne zusätzliche Maßnahme schwankt der Ventilhub, insbesondere mit den Reibverlusten. Die Auswirkung beträgt bei warmem Motor auf den Ventilhub < 0,1 mm, d. h. 1% bei 8 mm Ventilhub. Sollte dieser Wert stören, so können bei Hubbeginn aus der Schließstellung des mechanischen Verluste entsprechend DE 100 11 577 A1 ermittelt werden und durch Bestromung des Zugmagneten der Hub zusätzlich beeinflusst werden.

[0023] Fig. 2 zeigt denselben Grundaufbau. Ergänzt ist dieser durch einen Drehmagneten mit einem Joch 13, einer Spule 14 und einem Anker 15. Es sind verschiedenen Ausführungen denkbar.

[0024] Gezeigt ist in Fig. 2 ein Segment eines Reluktanzmotors mit Eisenrotor 15. Dieser Drehmagnet hat die Aufgabe die Gaskräfte beim Auslassventil durch entsprechende Hubenergie auszugleichen. Dieser Drehmagnet hat im Vergleich zum konventionellen Zugmagneten den großen Vorteil, dass er bereits zum Hubanfang eine große Kraft bereitstellt. Daher kann die Öffnungszeit praktisch unabhängig von den Gaskräften um ca. 30% reduziert werden, was für den Motor höhere Leistung ermöglicht.

[0025] Dieser Drehmagnet hat beim Ventilschließen den Vorteil, dass beim Bestromen die Ankerbewegung gebremst werden kann. Beim konventionellen System kann der Zugmagnet nur mehr oder weniger beschleunigen.

[0026] Fig. 3a bis 3c zeigen die Dynamik der Ventilbewegung.

[0027] Fig. 3a zeigt den zeitlichen Verlauf der Geschwindigkeit und des Ventilhubes s. Zum Zeitpunkt T_1 ist das Ventil geschlossen und es wird das Signal zur Öffnung abgegeben, wodurch die Klemmung (sh. Fig. 3e) durch Ansteuerung z. B. des Piezoaktuators aufgehoben wird. Unmittelbar danach beschleunigt das Ventil. Zur Entlastung der Klemmung könnte grundsätzlich der als Zugmagnet ausgebildete Schließmagnet kurz angesteuert werden, was aber in Anbetracht der kurzen Schaltzeiten nicht für notwendig angesehen wird. Die Öffnung ohne Zugmagneten hat außerdem den Vorteil, dass der nicht notwendige Kraftabbau des Magneten die Ventilschaltzeit nicht um ca. 0,3 ms (10%) kürzt.

[0028] Zum Zeitpunkt T_2 ist das Hubende mit 0-Durchgang der Geschwindigkeit v erreicht. Hier erfolgt durch Abschalten des Piezoaktuators 9 die Klemmung und damit die Offenhaltung des Ventils. In Anbetracht des schnellen 0-Durchgangs wird die Schaltzeit durch eine entsprechende Vorhaltesteuerung berücksichtigt. Die an sich freie Schwingung des Hebels/Anker/Federsysteme wird hier also durch Klemmen des Schafts bei Erreichen der Geschwindigkeitsumkehr ($v \approx 0$) gestoppt. Die erreichte Position entspricht nicht völlig der Endposition, die durch Verwendung eines zweiten Zugmagneten erreicht würde.

[0029] Das Ventil bleibt bis T_3 geschlossen. Nach Abschalten der Klemmung erfolgt der Schließvorgang. Zum Zeitpunkt T_4 (Fig. 3c) wird der Zug- oder Schließmagnet bestromt, damit der Anker gefangen und das Ventil mit Softtouch in die Schließposition gebracht wird. Das Ventil setzt bei T_5 bei sehr kleiner Geschwindigkeit auf. Der Anker wird

danach noch um einen kleinen Betrag Richtung Joch bewegt bis bei T_6 die Klemmung wirksam wird. Anschließend wird über eine Regelung der Anker mit kleiner Geschwindigkeit auf den Ventilschaft 8 aufgesetzt und über die Klemmung gehalten. Diese Position gilt als Schließposition. Sie wird nach jedem Ventilhub neu ermittelt. Wie bereits erwähnt ändert sich das Ventilspiel in einem Bereich bis 0,5 mm. Da sich das Aufsetzen des Ankers in der relativ langen Zeit des geschlossenen Ventils abspielt, geht der Zeitverlust t_v des Annäherns von bis 0, ms nicht in die Schaltzeit beim Öffnen ein.

[0030] Durch das geringe Absetzen des Ankers beim Ventilschließen wird der Anschlag am Joch nicht erreicht. Damit wird kein Geräusch verursacht und die Softtouchregelung des Ankers wird vereinfacht.

[0031] Anhand der Fig. 3b wird die Wirkung des zusätzlichen Drehmagnets beschrieben. Mit Öffnung des Ventils bei T_1 oder vorher erfolgt die Ansteuerung um die Gaskraft möglichst schnell zu überwinden. Im Verlauf des Hubes wird der Strom nach Vorgaben des Reglers so gesteuert, dass die Hubendlage erreicht wird. Spätestens bei T_2 wird der Drehmagnet 13 bis 15 ausgeschaltet. Hier setzt auch die Klemmung ein. Beim Ventilschließen kann zum Zeitpunkt $T_{4.5}$ der Drehmagnet als Bremsmagnet zur Softtouchregelung verwendet werden.

[0032] Die Fig. 3d und 3e zeigen den Verlauf der Piezospannung U_{Piezo} , bzw. deren Wirkung auf die Klemmung, bzw. den Freilauf des Ventilschafts.

[0033] Grundsätzlich kann man auch auf der Öffnungsseite einen relativ kleinen Zug- oder Drehmagneten vorsehen, der zum Öffnen eingesetzt wird, um einen konstanten Ventilhub zu erhalten und die Geschwindigkeitsänderung im 0-Durchgang kleiner zu gestalten. Diese Ausgestaltung ist nicht dargestellt.

[0034] Bei Verwendung einer Klemmvorrichtung ist es nicht notwendig, dass das Ventil exakt eine vorgegebene Stellung erreicht, was aus mancherlei Gründen erschwert wird und hier nicht durch zusätzliche Maßnahmen erzwungen werden muss. Die exakte Ausbildung eines solchen Klemmelements ist Gegenstand einer gleichzeitig eingereichten Patentanmeldung. Dort wird ein Klemmelement beschrieben, das zum zeitweisen Festhalten eines beweglichen Teils Klemmmittel und einen die Klemmmittel betätigenden elektrisch ansteuerbaren Aktuator enthält, der bei seiner Ansteuerung eine Längenänderung erfährt, die zeitweise auf die Klemmmittel übertragen werden.

[0035] Die Klemmmittel bestehen aus zwei verschiebbar gelagerten, aus entgegengesetzten Richtungen auf das Teil einwirkenden Klemnteilen. Auf die beiden Klemnteile wirken in Richtung zum Teil gerichtete Federkräfte ein.

[0036] Die Längenänderung des Aktuators wird auf die beiden Klemnteile im Sinne eines Entfernens der Klemnteile voneinander übertragen.

[0037] In Fig. 4 wird ein Ausführungsbeispiel einer derartigen Klemmvorrichtung gezeigt. Ein Piezoaktuator 21 ist in einem Gehäuse 22 eingebettet, welches Aussparungen für die Anschlüsse 23 und 23a besitzt. Die Kraft des Piezoaktuators wirkt auf dieses Gehäuse 22 und ein Übertragungsteil 24 ein, welches sich auf einem Klemnteil 25 abstützt. Dieses ist in der Klemmzone entsprechend abgesetzt und besteht im Klemmbereich 25a aus hartem Material, z. B. Hartmetall. In der oberen Bildhälfte ist die Klemmung und unten der Freilauf dargestellt. Auf der dem Teil 25 gegenüberliegenden Seite ist der zweite Klemmbereich als Fortsatz 22a des Gehäuses 22 ausgebildet. Auch hier weist die Klemmzone 22b hartes Material auf. Die Klemmkraft wird über zwei gegenüberliegende Federn 26 und 26a erzeugt, das auf das Gehäuse 22 und das Übertragungsteil 24 einwir-

ken. Geklemmt wird hier der verlängerte Schaft 27 eines Ventils. Auch dieser ist in der Klemmzone 27a hart gestaltet. Auf den Ventilschaft wirkt ein Betätigungselement 28 eines elektromagnetischen Aktuators ein, welcher nicht dargestellt ist. Das Ventil ist über einen Federteller 29 mit einer Ventilsfeder 30 gekoppelt.

[0038] Im Ruhezustand, also ohne Ansteuerung des Piezoaktuators 21, befinden sich die Klemmteile 22, 22a und 22b, bzw. 24, 25, 25a auf Grund der Wirkung der Federn 26 und 26a in der oben gezeigten Klemmstellung. Soll nun die Klemmung gelöst werden, so wird der Piezoaktor 21 unter Spannung gesetzt und er dehnt sich entsprechend seiner physikalischen Wirkung aus. Die Ausdehnung wirkt auf das Gehäuse 22 als Aktionskraft und gleichzeitig über das Übertragungsteil 24 auf das Klemmteil 25 und 25a als Reaktionskraft. Somit wird das Klemmelement gespreizt und es entsteht ein Luftspalt zwischen dem Ventilschaft 27 und den Klemmzonen 22a und 25a. Die Feder 30 und die nicht gezeigte zweite Federkraft des elektromagnetischen Ventiltriebs bewegen dann abhängig von der Stellung des Ventils dieses in eine der beiden Richtungen. Die Klemmung ist also richtungsunabhängig. Dieser Zustand ist in der Zeichnung unten dargestellt.

[0039] Das Klemmelement muss beidseitig abgestützt werden. Hierzu bietet sich der elektromagnetische Aktuator an. Die Abstützung 31 ist oben prinzipiell schraffiert dargestellt. Da das Klemmelement Toleranzen aufnehmen muss, ist eine schwimmende Lagerung vorteilhaft mit einem kleinen Spiel S. Damit nur eine geringe Reibung bei der Toleranzanpassung entsteht sind das Gehäuse 22 und das Klemmteil 25 mit Gleitelementen 32 versehen. Bei der Klemmung eines Ventilschaftes können auch Winkeltoleranzen auftreten. Zu deren Vermeidung kann eine kalottenförmige Lagerung 33 am Klemmteil 25 axial zur Ventilachse eingesetzt werden. Diese ist unten skizziert ausgeführt und oben gestrichelt.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Stelleinrichtung zum Antreiben eines Ventils (8) eines Verbrennungsmotors, mit wenigstens einem Elektromagneten (1, 2) und einem verschiebbar gelagerten Anker (3), der ohne Ansteuerung des wenigstens einen Elektromagneten (1, 2) durch zwei entgegengesetzt gerichtete Federkräfte (5, 12) in einer Zwischenstellung gehalten wird, der durch die Wirkung des wenigstens einen Elektromagneten (1, 2) und der Federkräfte zwischen zwei Endstellungen hin und her bewegt wird, wobei die Ankerbewegung auf das Ventil (8) übertragen wird, wobei der Anker (3) oder das Ventil (8) nach Erreichen der Endstellungen zeitweise festgehalten wird und wobei dieses Festhalten wenigstens in einer Endstellung durch ein elektrisch ansteuerbares mechanisches Festhaltesystem (9) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass eine elektrisch ansteuerbare Klemmvorrichtung (9) für den Anker oder das Ventil als Festhaltesystem vorgesehen ist und dass die Klemmvorrichtung (9) bei einer Anker- oder Ventilschließgeschwindigkeit 0 oder nahe 0 im Sinne einer Klemmung betätigt wird.
2. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nur der Schließstellung des Ventils (8) ein Elektromagnet (1, 2) zugeordnet ist und dass wenigstens in der Offenstellung des Ventils (8) die Klemmvorrichtung (9) wirksam ist.
3. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet, durch ihre Verwendung bei einem Einlassventil.

dung bei einem Einlassventil.

4. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Klemmung auf das Ventil (8) einwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmvorrichtung auch in der Schließstellung des Ventils (8) wirksam gemacht wird.
5. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmung bei der Ventilschließgeschwindigkeit 0 erfolgt.
6. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 4, bei der der Anker (3) oder eine vom Anker (3) betätigte Ventilbetätigungsvorrichtung (6, 7) lose auf dem Ventilschaft (8) aufliegt und auf ihn einwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmung nach Trennung des Ankers (3) oder der Ventilbetätigungsvorrichtung (6, 7) vom Ventilschaft (8), insbesondere bei der Ankergeschwindigkeit 0 oder nahe 0 erfolgt.
7. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerbewegung nach der Klemmung im Sinne eines sanften Aufsetzens auf die Magnetjoche geregelt wird.
8. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventilspielausgleich erfolgt.
9. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (3) oder die Ventilbetätigungsvorrichtung (6, 7) geregelt auf den Schaft zurückgeführt wird.
10. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Ankers (3) oder der Ventilbetätigungsvorrichtung (6, 7) kurz vor dem Öffnen des Ventils (8) erfasst wird und im nächsten Zyklus als Sollwert für ein geregeltes weiches Aufsetzen des Ventils (8) benutzt wird.
11. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem der Anker (3) in einem Schwenkhebel (6) integriert ist, der auf den Ventilschaft (8) einwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass ein die Drehbewegung des Hebels (6) beeinflussender Drehmagnet (13, 14, 15) vorgesehen ist, der zeitweise wirksam gemacht wird.
12. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehmagnet (13, 14, 15) beim Öffnen des Ventils, insbesondere eines Auslassventils wirksam gemacht wird.
13. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehmagnet beim Ventilschließen im Sinne eines Abbremsens des Ankers (3) zur Erzielung eines weichen Aufsetzens des Ventils (8) in die Regelung einbezogen wird.
14. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehmagnet (13, 14, 15) oder ein Hubmagnet mit geringer Zugkraft zum Erreichen der Offenstellung des Ventils verwendet wird.
15. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (3) oder die Ventilbetätigungsvorrichtung über abwälzende Mittel (7) auf den Ventilschaft einwirkt.
16. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmvorrichtung Klemmmittel (22, 22a, 22b; 24, 25, 25a) und einen die Klemmmittel betätigenden, elektrisch ansteuerbaren Aktuator (21) enthält, der bei seiner Ansteuerung eine Längenänderung erfährt, die auf die Klemmmittel übertragen wird, wobei die

Klemmmittel aus zwei verschiebbar gelagerten, aus entgegengesetzten Richtungen auf das Teil (27) einwirkenden Klemmteilen (22, 22a, 22b; 24, 25, 25a) bestehen, auf die in Richtung zum Teil (27) gerichtete Federkräfte (26, 26a) einwirken und wobei die Längenänderung des Aktuators (21) auf die beiden Klemmteile (22, 22a, 22b; 24, 25, 25a) im Sinne eines Entfernens der Klemmteile voneinander übertragen wird. 5

17. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator 10 ein Piezoaktuator (21) ist.

18. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmmittel wenigstens an den die Klemmung direkt bewirkenden Zonen (22a, 25a) aus hartem Material bestehen. 15

19. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Zone (7a) des Teils (7), auf das die Klemmung einwirkt, aus hartem Material besteht. 20

20. Klemmelement nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmteile (22, 22a, 22b; 24, 25, 25a) schwimmend gelagert sind.

21. Klemmelement nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmteile (22, 22a, 22b; 24, 25, 25a) wenigstens teilweise in Kalotten (33) gelagert sind. 25

22. Klemmelemente nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass für die Lagerung der Klemmteile Gleitelemente (32) vorgesehen sind. 30

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

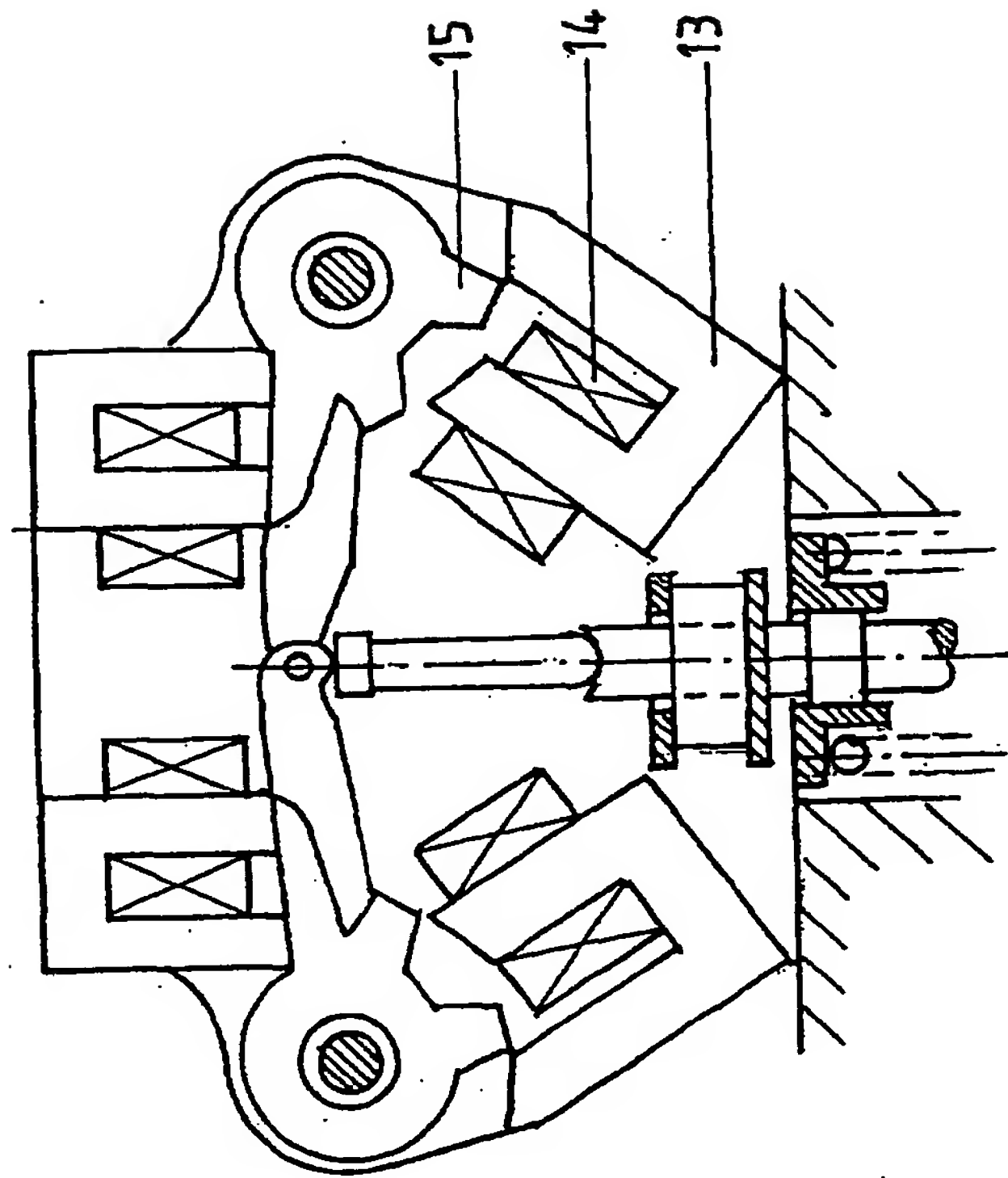


Fig. 2

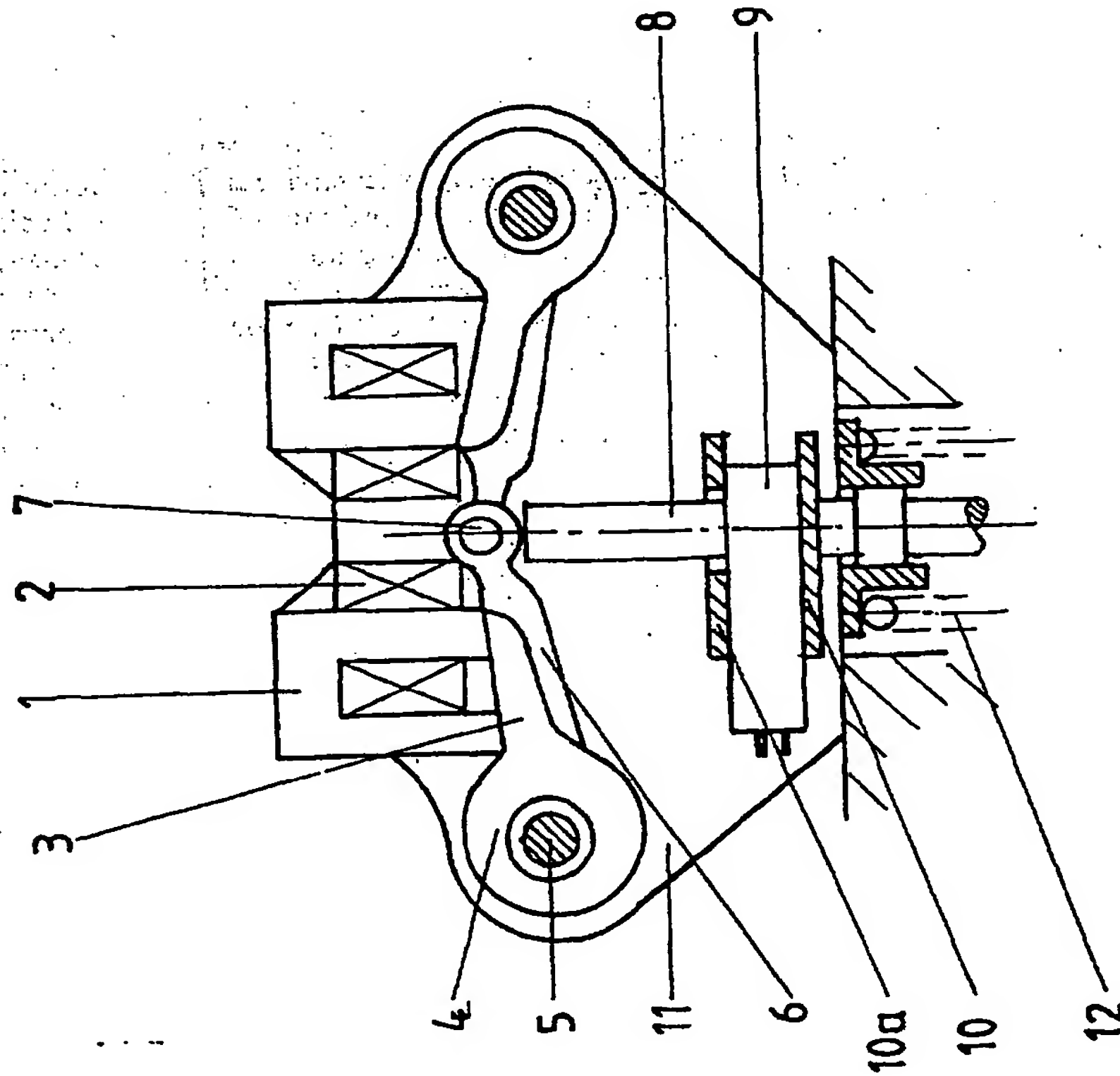
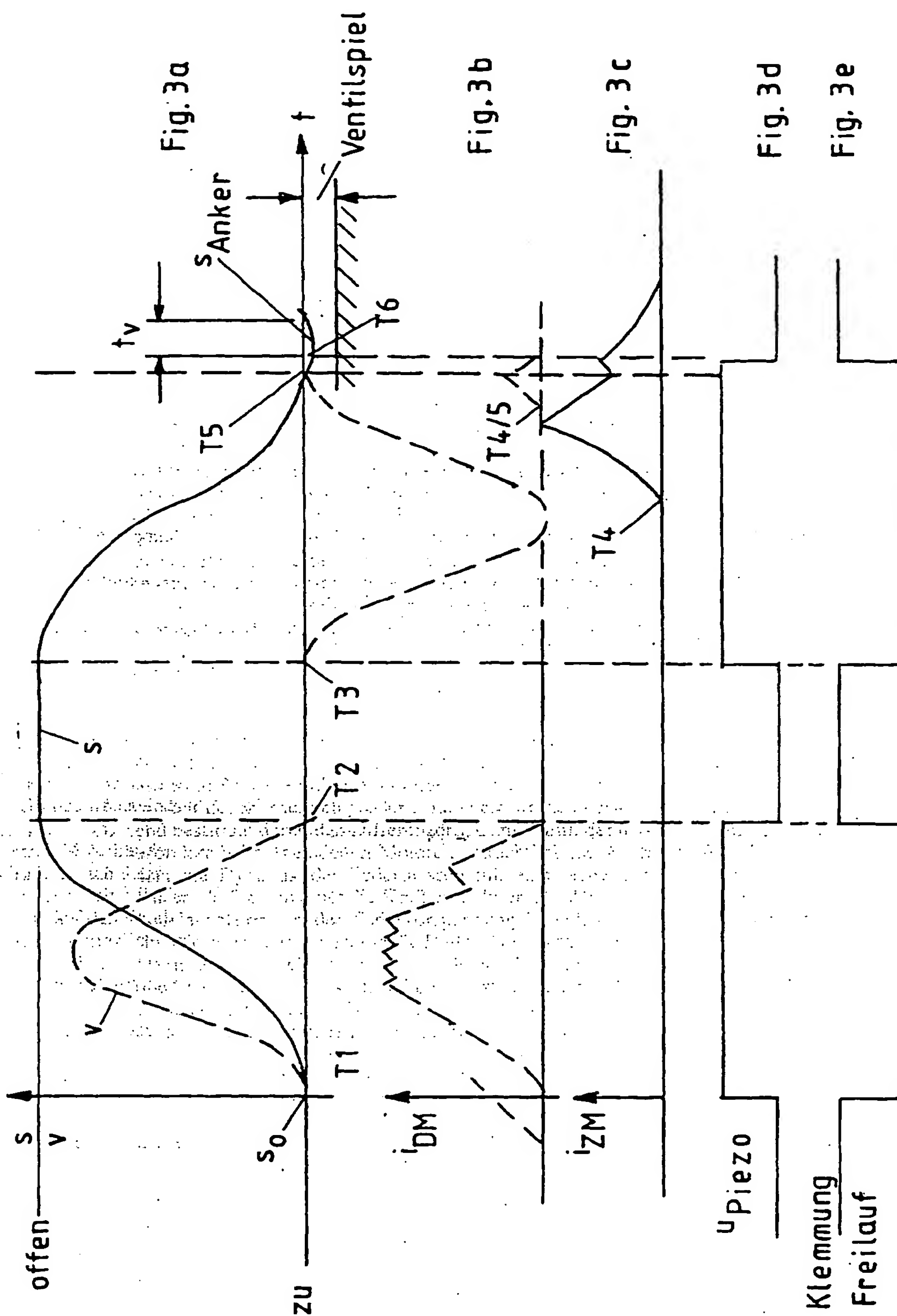


Fig. 1



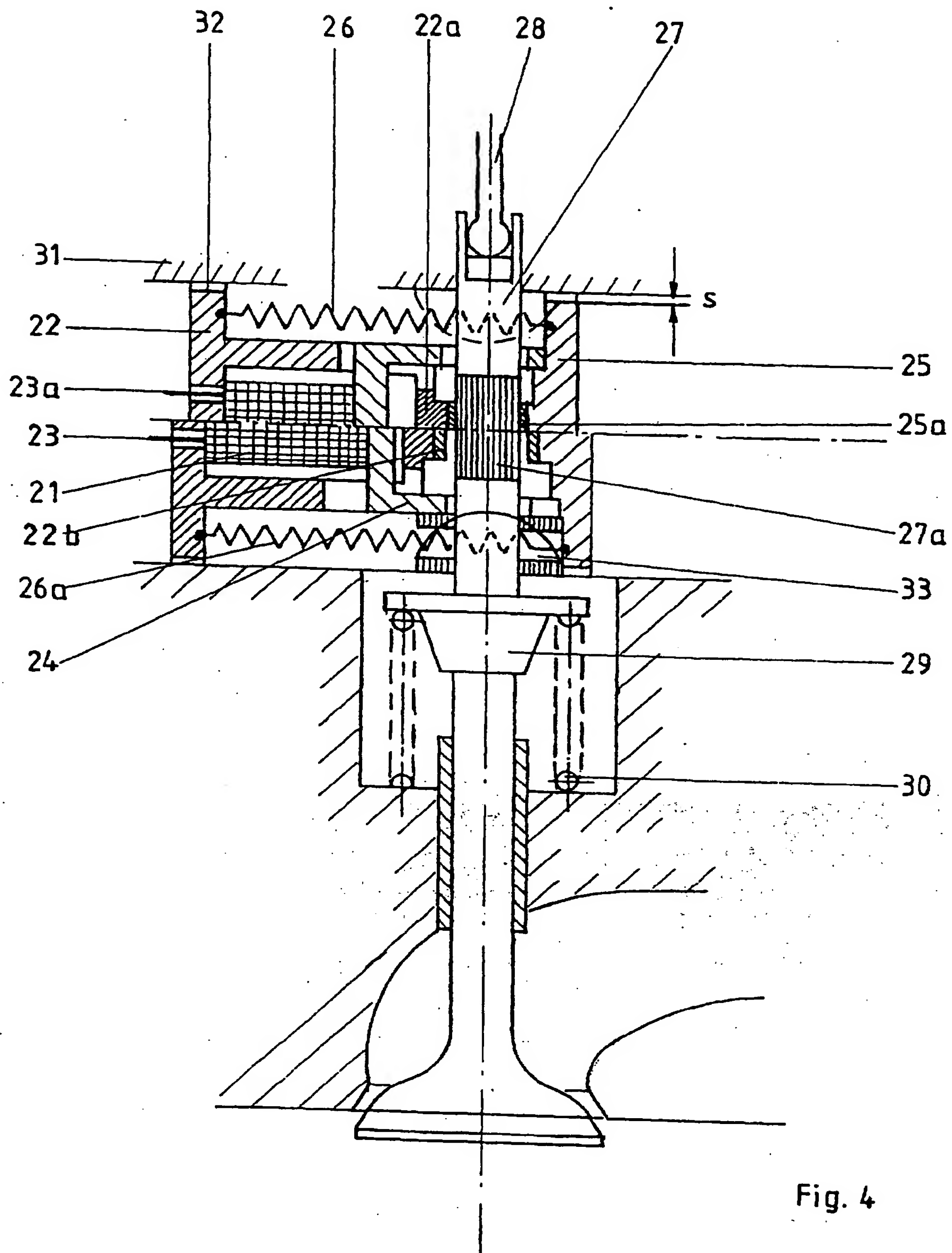


Fig. 4

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)